

Analisis Penurunan BOD dan Fosfat Limbah Laundry pada *Free Floating Plant Wetland* dengan Variasi Aerasi

Shinta Esharikha¹, Firra Rosariawari^{2*}

^{1,2*}Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

Email: ¹shinta.sharikha@email.com, ^{2*}firra.tl@upnjatim.ac.id

Abstract

Laundry waste that comes from home laundry still often discharges its waste directly into water bodies. This can cause pollution because laundry waste contains quite a lot of pollutants such as phosphate and BOD derived from detergent raw materials used also come from dirt loss when washing clothes. Apu wood roots that are fibrous and have fine hair allow the growth of microorganisms in the rhizosphere that can degrade organic substances contained in waste, to then be absorbed by plants as nutrients. Aeration is also done to help meet the oxygen supply needed by microorganisms to be able to degrade pollutants contained in waste. The purpose of this study is to see the ability of apu wood plants to remove levels of pollutants, namely BOD and Phosphate, also to see which variations of aeration are best to help remove BOD and Phosphate levels contained in waste. From this study, the best results were obtained that the largest BOD removal was 85.71% on day 9 with full 24-hour aeration, and phosphate by 74% on day 9 with full 24-hour aeration.

Keywords: *Pistia Stratiotes, BOD, Phosphate, Free Floating Plant, Aeration*

Abstrak

Limbah laundry yang berasal dari laundry rumahan masih sering membuang limbahnya langsung ke badan air. Hal itu dapat menimbulkan pencemaran karena pada limbah laundry terkandung cukup banyak zat pencemar seperti fosfat dan BOD yang berasal dari bahan baku detergent yang digunakan juga berasal dari rontokan kotoran saat dilakukan pencucian pakaian. Perakaran Kayu Apu yang serabut dan memiliki rambut halus memungkinkan untuk tumbuhnya mikroorganisme pada rhizosphere yang dapat mendegradasi zat Organik yang terkandung di dalam limbah, untuk kemudian diserap oleh tanaman sebagai nutrient. Pemberian Aerasi juga dilakukan untuk membantu memenuhi supply oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk bisa melakukan degradasi zat pencemar yang terkandung didalam limbah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat kemampuan tanaman kayu apu dalam meremova kadar pencemar yaitu BOD dan Fosfat, juga untuk melihat variasi aerasi yang manakah yang paling baik untuk membantu meremova kadar BOD dan Fosfat yang terkandung di dalam limbah. Dari penelitian ini di dapatkan hasil terbaik yaitu removal BOD terbesar adalah sebesar 85,71% pada hari ke 9 dengan aerasi 24 jam full, dan fosfat sebesar 74% pada hari ke 9 dengan aerasi full 24 jam.

Kata Kunci: *Pistia Stratiotes*, BOD, Fosfat, *Free Floating Plant*, Aerasi

1. PENDAHULUAN

Laundry telah menjadi bisnis yang sangat populer dan banyak orang yang menggunakan jasanya saat ini, terutama mereka yang tidak memiliki cukup waktu untuk mencuci pakaian di rumah. Usaha laundry biasanya merupakan usaha rumahan atau toko kecil yang tersebar diberbagai wilayah. Namun banyak jasa laundry yang masih membuang air limbahnya langsung ke saluran pembuangan ke dalam air (Setya et al., 2021). Beberapa penyebab limbah laundry yang mengganggu antara lain kerusakan lingkungan dan keresahan sosial. Salah satu permasalahan yang dapat terjadi pada lingkungan adalah eutrofikasi yang disebabkan oleh tingginya kadar unsur hara dalam perairan sehingga dapat mengakibatkan penurunan kualitas air. Sedangkan gangguan kesehatan yang langsung menimpa manusia akibat kandungan limbah tempat tidur antara lain penyakit kulit (gatal, lecet, kulit mengelupas) dan berbagai penyakit lainnya (Herlambang & Hendriyanto, n.d.). Menurut Apriyani 2017, kandungan yang terdapat didalam limbah laundry diantara lain adalah Fosfat, BOD, COD, TSS, Nitrogen, dan Surfaktan yang sebagian besar merupakan bahan baku dari pembuat detergent maupun residu pencucian pakaian kotor pada usaha laundry.

Salah satu pengolahan air limbah yang sudah lama dikembangkan dan dikembangkan adalah pengolahan wetland. Wetland merupakan salah satu bentuk fitoteknologi yang memanfaatkan tanaman untuk memperbaiki tanah atau air dan mengurangi tingkat pencemaran di dalamnya. Wetland juga tergolong pengolahan yang relative murah dan mudah dari segi perawatannya, penerapannya pun dapat dilakukan secara insitu maupun eksitu (Mangkoedihardjo et al, 2010; Oliveira et al., 2021). Wetland itu sendiri memiliki berbagai macam jenis, salah satunya adalah floating wetland yang menggunakan free floating plant, yaitu tanaman yang dapat mengapung dengan sendirinya. Floating wetland menggunakan free floating plant memiliki kelebihan yaitu, perakaran tanaman dapat bergerak bebas di air dan membentuk rizosphere dengan kondisi yang baik yang dapat menunjang kehidupan mikroorganisme didalamnya dengan baik. Mikroorganisme yang tumbuh di sekitar rhizosphere dapat membantu proses degradasi dan mengurai zat pencemar menjadi lebih senyawaan yang lebih sederhana untuk nantinya dapat diserap oleh tanaman sebagai sumber nutrient (Pusparinda et al., 2016; Shahid et al., 2018).

Terdapat banyak faktor yang mempengaruhi kinerja wetland untuk meremoval kadar pencemar di dalamnya dan pemilihan tanaman menjadi salah satu faktor terpenting. Kayu Apu atau dengan nama ilmiah disebut sebagai *Pistia Stratiotes* merupakan salah satu tanaman hiperakumulator yang terkenal cukup baik selain dari eceng gondok. Tanaman ini cukup mampu hidup dikondisi yang tercemar, dan tentunya dapat membantu penyerapan kelebihan zat hara yang terkandung di dalam air (Mustafa et al., 2021). Tanaman ini memiliki perakaran yang lebat dan berbulu halus, jenis perakarannya juga merupakan jenis akar serabut, hal ini membuat tanaman ini sangat baik untuk digunakan sebagai agen fitoremediator untuk meremoval kadar pencemar yang terkandung didalam air (Rijal. M, 2014). Selain itu pada perakaran tanaman Kayu Apu terdapat zat yang Bernama zat khelat atau bisa disebut sebagai phytocelatin yang dapat menyerap kelebihan unsur hara di dalam air. Hal ini menjadikan tanaman Kayu Apu menjadi tanaman yang cocok untuk dipilih sebagai agen fitoremediator (Rismawati et al., 2020).

Selain wetland, aerasi juga terkenal sebagai proses pengolahan biologis yang efektif untuk mendegradasi kadar pencemar organik dan anorganik. Hal itu dikarenakan dengan adanya aerasi, dapat memberikan supply oksigen yang cukup untuk memenuhi kadar

oksidasi terlarut bagi para mikroba untuk bisa melakukan proses degradasi dan oksidasi kandungan organik dan anorganik dalam limbah. Maka dari hal tersebut, penelitian ini dimaksudkan untuk melihat kemampuan tanaman Kayu Apu dalam melakukan removal kadar BOD dan fosfat dalam limbah laundry, serta hasil yang bisa didapatkan apabila mengkombinasikan wetland dengan 2 jenis perlakuan aerasi yaitu aerasi continuous selama 24 jam, dan aerasi intermittent selama 10 jam. Penelitian ini dilakukan dirumah penulis yang berlokasi di daerah Sidoarjo, Jawa Timur.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Persiapan Penelitian

Sebelum memasuki penelitian utama, dilakukan serangkaian persiapan, dimulai dari proses aklimatisasi, *range finding test*, dan pengujian kadar awal dengan rincian sebagai berikut:

1. Aklimatisasi,

Pada proses ini, tanaman yang telah di dapatkan akan di diamkan selama 7 hari pada wadah container yang telah di isi dengan air PDAM sebanyak ± 20 liter. Proses ini berfungsi untuk mengadaptasi tanaman pada kondisi baru agar dapat bertahan pada kondisi tercemar nantinya.

Pada penelitian ini 90% tanaman berhasil melewati masa aklimatisasi dan dapat bertahan hidup dengan baik.



Gambar 1 Proses Aklimatisasi
Sumber Gambar: Dokumentasi, 2023

2. *Range Finding Test*,

Pada proses ini, tanaman akan di uji dengan di letakkan pada wadah yang telah di isi oleh air limbah yang di encerkan dengan persentase 0%, 20%, 40%, 60%, 80% dan 100% dengan volume limbah yang telah di encerkan pada masing-masing wadah adalah sebanyak 2 liter. Proses ini berfungsi untuk melihat ketahanan tanaman dapat bertahan hingga pada konsentrasi limbah sebanyak berapa persen, agar ketika penelitian dilakukan tanaman tidak mendadak mati.

Pada penelitian ini, dipilih konsentrasi 20%.



Gambar 2 Proses *Range Finding Test*

Sumber Gambar: Dokumentasi, 2023

3. Pengujian Kadar Awal.

Pada proses ini, limbah yang telah dipilih persentase pengencerannya pada proses *Range Finding Test* akan di uji kandungan pencemar yang terkandung di dalamnya.

Setelah melewati ketiga proses tersebut, barulah penelitian utama dapat dijalankan. Kemudian, berdasarkan hasil pengujian kadar awal, di dapatkan hasil kadar BOD dan Fosfat yang terkandung didalam limbah adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Uji Karakteristik Awal

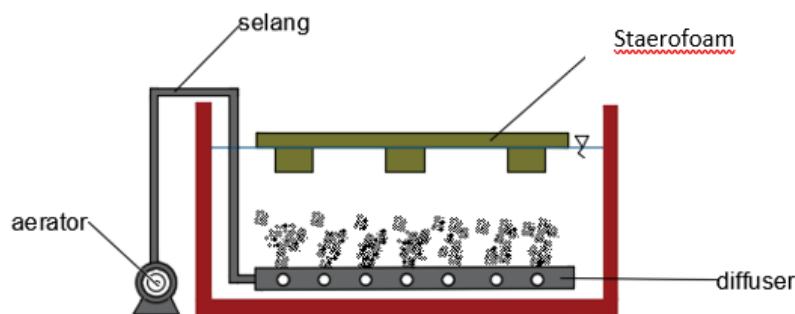
No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji Awal	Baku Mutu
1.	BOD	mg/l	228,48	100
2.	Fosfat	mg/l	5	10

Sumber: Hasil Penelitian, 2023

Berdasarkan hasil yang tertera pada tabel tersebut, kadar BOD melampaui diatas baku mutu sehingga diperlukan pengolahan yang baik. Sedangkan untuk fosfat, meskipun sudah berada di bawah baku mutu, tetap dilakukan peninjauan untuk melihat besar penurunan yang terjadi.

2.2 Penelitian Utama

Penelitian ini dilakukan selama 9 hari, dan dilakukan sampling sebanyak 3x yaitu pada hari ke-3, ke-6, dan ke-9. Terdapat 3 reaktor, yaitu reaktor kontrol (0 jam aerasi), reaktor aerasi continuous (24 jam aerasi), dan reaktor aerasi intermittent (10 jam aerasi). Pada setiap reaktor diletakan masing-masing 6 batang tanaman dengan ukuran yang sama yaitu berkisar pada 10cm – 12cm diameter tanaman dan akar yang sama panjangnya yaitu sekitar 4-5 cm, dan jumlah daun berkisar pada 10-13 helai. Masing-masing tanaman di letakkan di reaktor dengan penyangga berupa staerofoam untuk menjaga posisi tanaman agar tetap pada tempatnya dan berjarak antar tanaman yang satu dengan yang lainnya. Untuk reaktor aerasi continuous, aerator dinyalakan nonstop 24 jam selama 9 hari, sedangkan untuk reaktor aerasi intermittent, aerator dinyalakan selama 10 jam setiap harinya selama 9 hari. Untuk reaktor aerasi intermittent, aerator dinyalakan setiap pukul 9 pagi dan dimatikan setiap pukul 7 malam. Sampel diambil setiap jam 9 pagi melalui kran yang telah di pasang pada sisi depan reaktor.

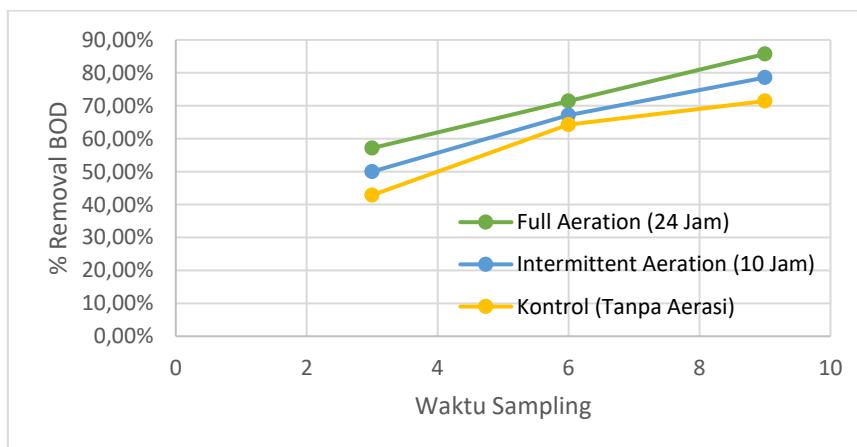


Gambar 3 Reaktor Tampak Samping
Sumber Gambar: Rancangan, 2023

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan selama 9 hari dengan menggunakan 3 reaktor dengan 3 jenis perlakuan yang berbeda, didapatkan hasil dan analisis terhadap penurunan BOD dan Fosfat adalah sebagaimana berikut ini:

3.1. Hasil dan Analisis BOD



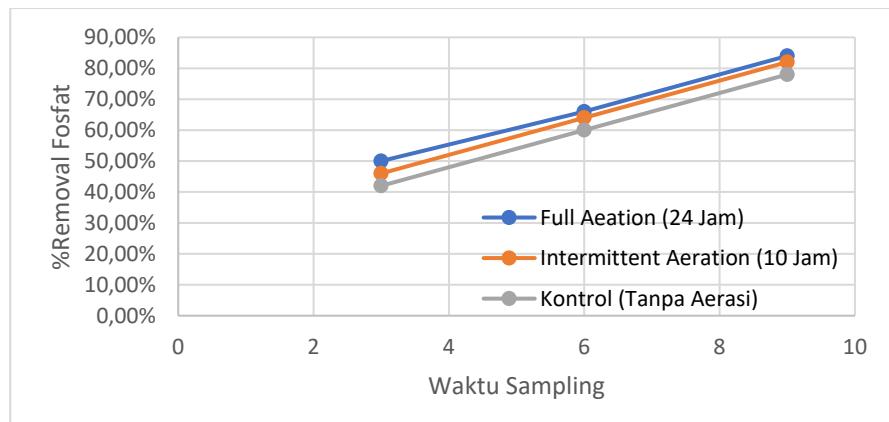
Gambar 4 Grafik hubungan antara % Removal BOD dengan Waktu Sampling
Sumber Gambar: Hasil Penelitian, 2023

Berdasarkan yang tertera pada **Gambar 4**, dapat dilihat bahwa pada masing-masing perlakuan terdapat penurunan BOD yang cukup baik dari hari ke hari. Dari hasil tersebut, dapat dilihat bahwa penurunan terbaik adalah pada hari ke-9 dengan perlakuan aerasi continuous selama 24 jam, yang mampu menurunkan kadar BOD hingga 85,71%. Pada perlakuan aerasi intermittent selama 10 jam juga terjadi penurunan yang cukup baik walaupun tidak sebaik yang dihasilkan oleh perlakuan aerasi full, penurunan terbaiknya selama rentang waktu penelitian juga terjadi pada hari ke 9 yaitu sebesar 78,57%. Perlakuan kontrol pun menghasilkan penurunan kadar BOD yang baik walaupun cenderung lambat, namun penurunan tersebut tetap terjadi dan semakin meningkat dari hari ke hari. Berdasarkan data tersebut, perlakuan dengan aerasi full selama 24 jam memberikan dampak yang sangat baik terhadap penurunan kadar BOD pada limbah laundry.

Dari ketiga perlakuan, hasil paling signifikan ditunjukkan pada perlakuan aerasi full selama 24 jam dengan penyisihan tertinggi sebesar 85,71%. Pada perlakuan ini dilakukan aerasi selama 24 jam full tanpa henti, sehingga membuat kadar oksigen terlarut yang terkandung di dalam air limbah meningkat. Meningkatnya kadar oksigen terlarut dalam air dapat membuat proses penguraian bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme aerobik dapat berjalan dengan optimal. Kandungan organik yang telah diurai oleh mikroorganisme aerobic menjadi bentuk yang lebih sederhana, akan di serap oleh tanaman untuk menjadi nutrient yang berfungsi untuk menjaga hidup tanaman. Sedangkan pada perlakuan aerasi intermittent (10 jam), terjadi penurunan, namun tidak sebesar yang dihasilkan oleh reaktor dengan perlakuan aerasi full 24 jam. Penyisihan terbesar yang dapat dihasilkan oleh perlakuan aerasi intermittent selama 10 jam adalah sebesar 78,57% dengan konsentrasi akhirnya sebesar 48,96 mg/l. Apabila dibandingkan dengan reaktor perlakuan aerasi full selama 24 jam, perlakuan tersebut mampu menyisihkan lebih banyak kadar organik dan menurunkan kadar BOD dengan lebih signifikan. Hal ini bisa terjadi karena kadar oksigen terlarut lebih banyak terkandung pada reaktor perlakuan aerasi full 24 jam, sedangkan pada reaktor intermittent ketika malam hari aerator dimatikan, tidak ada supply oksigen tambahan dan pada malam hari tanaman juga tidak melakukan fotosintesis sehingga kadar oksigen terlarut pun tidak tercukupi. (Mangkoedihardjo et al., 2010; Hidayah et al., 2018; Rismawati et al., 2020).

Menurut penelitian (Hidayah et al., 2018) pada perlakuan reaktor tanaman tanpa aerasi juga mampu menurunkan BOD dengan cukup baik walaupun tidak sebaik dengan penambahan aerasi, yaitu sebesar 71,43% pada hari ke-9. Hal itu membuktikan bahwa faktor pemilihan dan kemampuan tanaman juga berperan sangat penting dalam penurunan kadar organik yang terkandung di dalam limbah. Menurut Prihatin 2014 dalam Hidayah et al., 2018, tanaman memegang peranan yang penting untuk menyupply oksigen pada reaktor tanpa tambahan aerasi, hal itu dikarenakan proses difusi oksigen yang terjadi mulai dari daun, batang hingga akar tanaman, sehingga terbentuklah zona rizosfer yang kaya akan oksigen yang dapat membantu mikroorganisme aerobic di sekitar perakaran tanaman mengurai kandungan organik dengan baik.

3.2. Hasil dan Analisis Fosfat



Gambar 5 Grafik hubungan antara %Removal Fosfat dengan Waktu Sampling
Sumber Gambar: Hasil Penelitian, 2023

Berdasarkan yang tertera pada **Gambar 5**, Penurunan fosfat pada masing-masing perlakuan terjadi dengan cukup baik. Kadar konsentrasi awal fosfat yang

sudah berada di bawah standar baku mutu yaitu sebesar 5 mg/l sehingga memungkinkan sisa kadar removal pun sangat minim tersisa. Penurunan fosfat terbaik adalah pada hari ke 9 perlakuan aerasi full selama 24 jam dengan konsentrasi akhir sebesar 0,8 mg/l dan besar persen removal adalah sebesar 84%. Pada hari ke 6 perlakuan aerasi full 24 jam pun persen removal sudah melebihi 50% dari konsentrasi awal fosfat dalam limbah laundry yaitu penyisihan sebesar 66%. Kemudian untuk penyisihan yang terjadi pada perlakuan aerasi intermittent selama 10 jam tertinggi adalah pada hari ke 9 dengan persen removal sebesar 82% dengan konsentrasi akhir sebesar 0,9 mg/l. Begitupun dengan perlakuan kontrol yang mampu menurunkan kadar fosfat hingga 78% pada hari ke 9. Seluruh perlakuan dapat menurunkan kadar fosfat dengan baik karena fosfat merupakan salah satu unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman aquatik untuk tetap hidup dan dengan jumlahnya yang tidak melebihi standar baku mutu membuat fosfat dapat diterima dan diserap oleh tanaman dengan cukup baik. Sesuai dengan yang tertera pada grafik pula, semakin lama waktu menunjukkan penyisihan yang semakin baik dan semakin meningkat.

Pada proses penurunan kadar fosfat, proses yang terjadi adalah adsorbs oleh tanaman atau bisa disebut juga sebagai fitoadsorpsi (Mangkoedihardjo, 2010). Pada proses ini fosfat yang merupakan salah satu nutrient yang dibutuhkan oleh tanaman itu sendiri, diserap oleh tanaman untuk menjadi energi pertumbuhannya. Semakin lebat perakaran tanaman, maka akan semakin baik juga penyerapan fosfat yang terjadi. Tanaman aquatic umumnya dapat menyerap antara 0,05 – 1,5 mg/l fosfat yang terkandung dalam air, tergantung dari jenis tanaman yang digunakan untuk melakukan fitoremediasi. Kayu Apu merupakan salah satu tanaman yang memiliki daya serap kadar fosfat dan zat pencemar lain cukup baik dan mampu bertahan pada kondisi lingkungan tercemar. Hal itu membuat penurunan fosfat menjadi baik dan signifikan.

4. KESIMPULAN

Tanaman Kayu Apu memiliki kemampuan yang cukup baik dalam melakukan penyerapan kadar pencemar dalam air, terbukti dari penurunan kadar BOD, COD, TSS dan Fosfat yang terjadi pada perlakuan kontrol (tanpa aerasi) yang menunjukkan persentase penurunan yang cukup baik pada hari ke-9 yaitu sebesar 71,43%, 73%, 44,23%, dan 78%. Kemudian penurunan tertinggi pada perlakuan pemberian aerasi intermittent selama 10 jam adalah sebesar 78,57%, 92%, 44,71%, 82%, untuk parameter BOD, COD, TSS, Fosfat yang terjadi pada hari ke-9. Lalu, untuk penurunan tertinggi pada perlakuan pemberian aerasi continuous selama 24 jam adalah sebesar 85,71%, 97%, 46,15%, dan 84% untuk parameter BOD, COD, TSS, Fosfat, yang terjadi pada hari ke-9. Pemberian aerasi terbaik adalah pemberian aerasi secara continuous selama 24 jam full apabila dibandingkan dengan pemberian aerasi secara intermittent 10 jam. Hal ini dikarenakan, pemberian aerasi 24 jam dapat lebih memenuhi kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk menguraikan zat organik dan anorganik yang terkandung di dalam limbah laundry.

5. REFERENCES

Apriyani, N. (2017). Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry. In *MITL Media Ilmiah Teknik Lingkungan* (Vol. 2, Issue 1).

Herlambang, P., & Hendriyanto, O. (n.d.). FITOREMEDIASI LIMBAH DETERJEN MENGGUNAKAN KAYU APU (PISTIA STRATIOTES L.) DAN GENJER (LIMNOCHARIS FLAVA L.). In *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* (Vol. 7, Issue 2).

Hidayah, E. N., Djalalembah, A., Asmar, G. A., & Cahyonugroho, O. H. (2018). Pengaruh Aerasi Dalam Constructed Wetland Pada Pengolahan Air Limbah Domestik. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(2), 155. <https://doi.org/10.14710/jil.16.2.155-161>

Laella Pusparinda, & R. Irwan Bagyo Santoso. (2016). Studi Literatur Perencanaan Floating Treatment Wetland di Indonesia. *Jurnal Teknik ITS*, 5, A471–A475.

Mustafa, H. M., & Hayder, G. (2021). Evaluation of water lettuce, giant Salvinia and water hyacinth systems in phytoremediation of domestic wastewater. *H2Open Journal*, 4(1), 167–181. <https://doi.org/10.2166/H2OJ.2021.096>

Mustafa, H. M., & Hayder, G. (2021). Recent studies on applications of aquatic weed plants in phytoremediation of wastewater: A review article. In *Ain Shams Engineering Journal* (Vol. 12, Issue 1, pp. 355–365). Ain Shams University. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2020.05.009>

Oliveira, G. A., Colares, G. S., Lutterbeck, C. A., Dell'Osbel, N., Machado, É. L., & Rodrigues, L. R. (2021). Floating treatment wetlands in domestic wastewater treatment as a decentralized sanitation alternative. In *Science of the Total Environment* (Vol. 773). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145609>

Rijal, M. 2014. Studi Morfologi Kayu Apu (*Pistia Stratiotes*) dan Kiambang (*Salvinia Molesta*). *Jurnal Biologi Science & Education* (Vol 3, No. 2). ISSN: 2252-858X.

Rismawati, D., Thohari, I., & Rochmalia, F. (2020). Efektivitas Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes L.*) dalam Menurunkan Kadar BOD5 dan COD Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Penelitian Kesehatan “SUARA FORIKES” (Journal of Health Research “Forikes Voice”)*, 11(2), 186. <https://doi.org/10.33846/sf11219> <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145609>

Sarwoko, M., Ganjar, S. (2010). Fitoteknologi Terapan. Graha Ilmu. ISBN: 978-979-756-614-2

Setya, I., Dan, P., & Mirwan, M. (2021). *FITOREMEDIASI LIMBAH LAUNDRY MENGGUNAKAN TANAMAN MENSIAH (ACTINOSCIROUS GROSSUS) DAN LEMBANG (THYPA ANGUSTIFOLIA L.)*, 2(1).

Shahid, M. J., Arslan, M., Ali, S., Siddique, M., & Afzal, M. (2018). Floating Wetlands: A Sustainable Tool for Wastewater Treatment. In *Clean - Soil, Air, Water* (Vol. 46, Issue 10). Wiley-VCH Verlag. <https://doi.org/10.1002/clen.201800120>